



Jornadas In-Red 2014
Universitat Politècnica de València

Desarrollo de competencias genéricas en las asignaturas de Física de la E.T.S.I.Telecomunicación

Álvaro Page^a, Constanza Rubio^a, Pilar Candelas^a, Francisco Belmar^a

^aDpto. Física Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universitat Politècnica de València, València (SPAIN). alvaro.page@gmail.com, crubiom@fis.upv.es, pcandelas@fis.upv.es, fbelmar@fis.upv.es.

Abstract

Traditionally, education in first year technical courses in Spain has had a highly theoretical approach, focused on the acquisition of specific competencies related to basic subjects such as physics or mathematics. This approach does not help to improve the learning curve of high school students that focuses more on acquiring knowledge than in learning how to use this to solve real problems. The aim of this paper is to present an experience developed in the E.T.S.I. Telecomunicación of València to assist the development of generic competencies in the field of Physics during the first year of the course. To do this, we have organized different projects that contribute to the improvement of knowledge and skills both in the field of mechanics and in the development of different generic competencies: implementation and practical thinking, analysis and problem solving, critical thinking, teamwork, leadership, effective communication, planning and time management. Although the results are encouraging, we have detected the advisability of incorporating these activities into more subjects, so that students perceive them as part of formal education and not as a singular experience.

Keywords: *Generic Competencies, smartphone, home experiments, Physics Laboratory.*

Resumen

Tradicionalmente, la enseñanza en el primer curso de las carreras técnicas en España, ha tenido un enfoque muy teórico, centrado en la adquisición de competencias específicas relacionadas con las materias básicas como la física o las matemáticas. Este enfoque no ayuda a mejorar el esquema de aprendizaje de los estudiantes de Bachillerato, centrado más en la adquisición de conocimientos que en aprender a utilizarlos para resolver problemas reales. El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia, desarrollada en la E.T.S.I de Telecomunicación de València, para que la materia de Física favorezca el desarrollo de las competencias genéricas durante el primer año de carrera. Para ello, se han organizado diferentes proyectos o trabajos, que contribuyen tanto a la mejora de los conocimientos y habilidades en el campo de la Mecánica, como al desarrollo de competencias genéricas: aplicación y pensamiento práctico, análisis y resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva, planificación y gestión del tiempo. Aunque los resultados son esperanzadores, hemos detectado la conveniencia de incorporar estas actividades en más materias, de manera que los alumnos las perciban como parte de la formación reglada y no como una experiencia singular.

Palabras clave: Competencias genéricas, teléfono móvil, experimentos caseros, Laboratorio de física.

1. Introducción

Tradicionalmente, las enseñanzas de primer curso en las escuelas de ingeniería en España han tenido un enfoque demasiado teórico y poco práctico, centrado más en la adquisición de habilidades específicas relacionadas con temas fundamentales como la física o las matemáticas, que en las competencias genéricas. El desarrollo de estas competencias genéricas se ha designado normalmente a cursos de nivel superior. Este enfoque hace que sea más difícil mejorar la curva de aprendizaje de los estudiantes de secundaria centrado más en la obtención de los conocimientos, que en aprender cómo utilizar éstos para resolver problemas reales.

En las últimas décadas, se ha visto la necesidad que tienen los empleados de poseer estas competencias genéricas para tener éxito profesionalmente. Las nuevas tecnologías han proporcionado a las personas un medio para obtener y compartir información especializada de forma rápida y sencilla, reduciendo así la necesidad de tener habilidades de memorización de la información técnica. Por el contrario, la capacidad de procesar, gestionar, comunicar y aplicar el conocimiento en diferentes situaciones es ahora considerada como vital para el éxito en el trabajo. Actualmente, en el mercado laboral, los empresarios de todo el mundo buscan empleados que posean no sólo conocimientos técnicos de alto nivel, sino también un alto nivel de competencias genéricas.

Las Competencias Genéricas (CG) son habilidades y destrezas no técnicas, transferibles, necesarias para el empleo, es decir, se pueden aprender y desarrollar de diferentes maneras y en una amplia variedad de entornos de aprendizaje. Por otra parte, en los estudiantes de ingeniería, las competencias deben ser adaptadas a su formación como ingenieros. A estas competencias que los estudiantes de ingeniería deben alcanzar nos referiremos como Competencias Genéricas de Ingeniería (CGI). Estas competencias se definen como aquellas que son importantes en todas las áreas de la ingeniería, y que facilitan el éxito de los ingenieros en su vida profesional (Young, 2010).

Múltiples estudios han identificado una brecha entre las competencias genéricas adquiridas durante la formación del alumno de ingeniería y las necesarias para su desarrollo profesional.

Recientemente, en el estudio SPINE (Bodmer, 2002) se pusieron de manifiesto lagunas en las habilidades de comunicación, liderazgo y habilidades sociales. Otras encuestas y revisiones del sistema educativo en ingeniería muestran grandes carencias en temas similares (Bons, 2003; Connelly, 1996; Nair, 2009). La competencia peor adquirida, según Scott y Yates (Scott, 2002) es la inteligencia emocional.

Tras el proceso de evaluación por el "Accreditation Board for Engineering and Technology" (ABET), del grado de "Ingeniero de Telecomunicación" que se imparte en la

Universitat Politècnica de València, se ha considerado necesario introducir actividades educativas que permitan la adquisición de CGI.

Teniendo esto en cuenta, se han diseñado algunas actividades en las que los alumnos realizarán trabajos en grupo, lo que permitirá el desarrollo de estas competencias que son complementarias a las habilidades específicas relacionadas con los contenidos propios del campo de la Física. Estas actividades ayudan a los estudiantes a entender sus fortalezas y debilidades personales en las CGI, así como controlar su propio desarrollo fijándose las metas adecuadas.

En concreto, las competencias que se deben alcanzar con este tipo de actividades son:

- (a) Planificación / organización: la capacidad para planificar el trabajo y para completar los proyectos a tiempo.
- (b) Capacidad de análisis / investigación: la capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.
- (c) Competencia numérica: la capacidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar los datos.
- (d) Trabajo en equipo: la capacidad de funcionar en equipos multidisciplinares.
- (e) Resolución de problemas: la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- (f) Habilidades de comunicación: la capacidad de comunicarse de manera efectiva.
- (g) Habilidades en TIC: la capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de su profesión.

A continuación se presenta la metodología empleada, los trabajos propuestos y los resultados obtenidos en la E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València para desarrollar CG de Física en el primer curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Hay que señalar que en todo el documento los términos “competencias” y “habilidades” se utilizan de manera indistinta.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia, desarrollada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Valencia, para que la materia de Física favorezca el desarrollo de las competencias genéricas durante el primer año de carrera.

Para ello, se han organizado diferentes proyectos o trabajos, que contribuyen tanto a la mejora de los conocimientos y habilidades en el campo de la Mecánica, como al desarrollo

de diferentes competencias genéricas: aplicación y pensamiento práctico, análisis y resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva, planificación y gestión del tiempo.

Los trabajos consisten en una serie de experimentos caseros que los propios estudiantes deben llevar a cabo de forma que ilustren los diferentes principios y fenómenos de la mecánica (conservación de la energía, las leyes de Newton, oscilaciones lineales y no lineales, velocidad límite...). Como equipo de medida deben utilizar un smartphone, dispositivo que está al alcance de todos los estudiantes y con el que están familiarizados. De esta forma pueden llevar a cabo un estudio cuantitativo de los fenómenos analizados, lo que supone una diferencia considerable con las experiencias realizadas en Bachillerato, de carácter más cualitativo. Las técnicas de medición utilizadas son el video análisis y la acelerometría.

Los alumnos desarrollan el trabajo en equipo como si fuese un trabajo de investigación, debiendo aportar una organización del equipo de trabajo, un plan de trabajo, memoria de material y métodos utilizados, resultados y discusión. El proyecto culmina con sesiones públicas de presentación oral.

A pesar de los limitados conocimientos teóricos de los alumnos, se ha pretendido que el trabajo se desarrolle de una forma autónoma y colaborativa, de manera que se enfrenten a la resolución de problemas prácticos desde su entrada en la universidad

3. Desarrollo de la innovación

Con el fin de lograr las CGI enumeradas en el apartado anterior, hemos propuesto varios trabajos experimentales a través de los cuales los estudiantes desarrollarán estas competencias.

Los estudiantes se organizan en grupos de cuatro. Cada uno de estos grupos debe desarrollar un experimento casero que previamente le ha sido asignado, utilizando material común y al alcance de todos. La intención es que sean capaces de reproducir un fenómeno que ilustre un principio físico, de analizarlo e interpretar resultados. Como equipamiento fundamental de medición van a utilizar un dispositivo muy común hoy en día: un smartphone. Estos teléfonos están equipados con una cámara de vídeo y un acelerómetro. La cámara de vídeo les va a permitir medir, con bastante precisión, movimientos lentos, mientras que el acelerómetro les permitirá registrar la aceleración de ciertos movimientos. El profesor les proporcionará los documentos de ayuda en el manejo y operación del acelerómetro y el análisis de vídeo.

A cada grupo se les proporciona una guía general de desarrollo del trabajo que incluye:

- Breve descripción del experimento.

- Lista de tareas mínimas a realizar.
- Algunos consejos prácticos para desarrollar el experimento.
- Contenido mínimo de la memoria.
- Problemas o cuestiones a responder.

Esta guía del experimento se preparó para ayudar al alumno en el desarrollo de los trabajos y especificar los objetivos mínimos que debían alcanzar. No obstante, una de las finalidades del trabajo era que los alumnos desarrollasen las capacidades para buscar y seleccionar información, para analizarla y aplicar modelos, interpretar resultados y sacar conclusiones. Por ello, el contenido de esta guía es meramente orientativo, siendo la creatividad, iniciativa y capacidad de trabajo en equipo de los alumnos lo que determina la calidad del trabajo final, además de su conocimiento sobre la materia.

Además se organizó un foro de discusión en PoliformaT (plataforma de e-learning que la UPV dispone) para intercambiar información y resolver dudas entre estudiantes. Si el profesor observase que existe un punto donde el alumnado tiene grandes dificultades podrá intervenir como orientador, siendo el propio alumnado el que debe ser capaz de llegar a una solución final. Estas actividades se complementaron con otras de tutoría presencial (dos por grupo, una al principio del trabajo y otra hacia la mitad), y con tutorías individuales a demanda a través de correo electrónico.

De forma paralela a la entrega de material, los profesores impartieron una charla informativa donde se explicó a los alumnos qué se esperaba con esta actividad, las competencias a adquirir y la programación de las actividades a desarrollar. A partir de la información proporcionada, los alumnos se organizaron agrupándose en grupos de cuatro y preparando un plan de trabajo. Este plan de trabajo fue revisado por los profesores para evaluarlo y para corregirlo en los casos necesarios.

Un mes después de comenzado el trabajo, cada grupo debía entregar una serie de problemas de control para llevar a cabo el experimento. Estos ejercicios se apartan bastante de los problemas de clase y se centran en cálculos relacionados con la ejecución del experimento y las técnicas de medición. Se trataba de que los alumnos profundizaran en las bases teóricas del experimento y que obtuviesen información preliminar para diseñar adecuadamente el mismo. A partir de aquí, diseñaron y desarrollaron los experimentos, analizando los resultados y prepararon la memoria correspondiente. Además, se prepararon presentaciones en equipo y un vídeo de demostración del trabajo realizado. Estos trabajos fueron expuestos de forma pública para su calificación final. La metodología llevada a cabo queda esquematizada en el diagrama de flujo de la Fig. 1

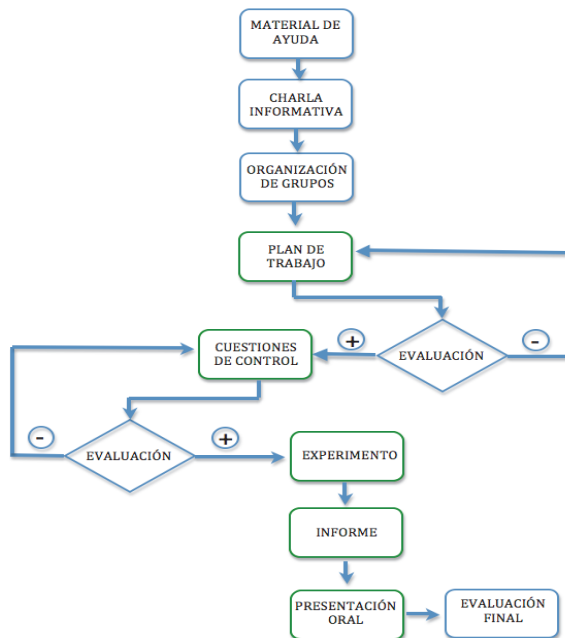


Fig. 1 Diagrama de flujo de la metodología seguida en los trabajos

3.1 Lista de trabajos

Los experimentos seleccionados corresponden a fenómenos mecánicos que pueden analizarse mediante video análisis o con un acelerómetro. En la tabla 1 se muestran la lista de trabajos propuestos, los objetivos y métodos de análisis empleados en cada uno de ellos.

TRABAJO	OBJETIVOS HIPÓTESIS A CONTRASTAR	TÉCNICA EXPERIMENTAL
Oscilaciones lineales de un péndulo. Relación entre la frecuencia y la longitud.	<ul style="list-style-type: none"> • Para pequeñas oscilaciones, el movimiento del péndulo es un MAS. • La frecuencia de las oscilaciones depende de la longitud del péndulo. • La frecuencia de las oscilaciones es independiente de la amplitud, siempre que se mantenga la condición de pequeñas oscilaciones. 	Vídeo análisis
Oscilaciones lineales de un péndulo. Relación entre la frecuencia y la longitud.	<ul style="list-style-type: none"> • Los mismos que el trabajo anterior. 	Acelerómetro

Oscilaciones de un muelle. Relación entre la frecuencia y la masa	<ul style="list-style-type: none"> • El movimiento del sistema masa-muelle es un MAS. • La frecuencia de las oscilaciones depende de la masa del sistema. • La frecuencia de las oscilaciones es independiente de la amplitud. 	Vídeo análisis
Oscilaciones de un muelle. Relación entre elongación y aceleración.	<ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de las oscilaciones es independiente de la amplitud • Hay una relación lineal entre la amplitud del movimiento y la amplitud de la aceleración. • La constante de proporcionalidad es el cuadrado de la pulsación 	Acelerómetro
Conservación de la energía mecánica de un péndulo.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la conservación de la energía mecánica. 	Vídeo análisis
Conservación de la energía mecánica en un muelle	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la conservación de la energía mecánica. 	Vídeo análisis
Conservación de energía en un péndulo elástico.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la conservación de la energía mecánica. 	Vídeo análisis
Oscilaciones transversales de un péndulo elástico.	<ul style="list-style-type: none"> • Eligiendo las condiciones iniciales adecuadas la trayectoria es rectilínea y horizontal • El movimiento es armónico 	Vídeo análisis
Medida de la aceleración normal con acelerómetro.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que la aceleración normal en un movimiento circular de w dada es proporcional a R. • Para un R dado, la aceleración es proporcional al cuadrado de la velocidad angular 	Acelerómetro
Determinación de la velocidad límite considerando el rozamiento con el aire.	<ul style="list-style-type: none"> • La caída con rozamiento depende de la velocidad. • Determinación de la velocidad límite. 	Vídeo análisis

Tabla 1. Objetivos y técnica experimental empleada en cada trabajo

3.2 Evaluación

Con el fin de evaluar si los alumnos han alcanzado estas competencias, se ha desarrollado una rúbrica de evaluación utilizando diferentes aspectos relacionados con los objetivos programados. A continuación se presenta la lista de competencias a evaluar, relacionadas con la habilidad que los alumnos deben alcanzar. En la tabla 2 se relaciona cada competencia con la actividad evaluada.

(a) Planificación/Organización: La capacidad de planificar y priorizar su carga de trabajo, así como ejecutar varias tareas a la vez.

(b) Capacidad de análisis/investigación: La persona debe tener las habilidades necesarias para aplicar los principios matemáticos básicos y deben ser capaces de razonar matemáticamente, comprender una demostración matemática y comunicarse en el lenguaje matemático.

(c) Competencia Numérica: Incluye la capacidad de utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como datos científicos para lograr un objetivo o llegar a una decisión o conclusión basada en pruebas. Las personas deben ser capaces de reconocer los rasgos esenciales de la investigación científica y la capacidad de comunicar las conclusiones y el razonamiento que les condujo a ellas.

(d) Trabajo en equipo: Las habilidades englobadas en esta competencia se refieren a la habilidad para interactuar eficazmente en el ámbito público y para manifestar solidaridad e interés por resolver los problemas que afectan al equipo. Conlleva la reflexión crítica y creativa, y la participación constructiva en el grupo, así como la toma de decisiones.

(e) Resolución de Problemas: Es la capacidad de analizar situaciones problemáticas, en busca de los datos pertinentes, el diagnóstico de la información con el fin de resolver problemas; la generalización de las soluciones alternativas para encontrar la mejor solución.

(f) Habilidades de comunicación: Los elementos fundamentales de esta competencia incluyen la capacidad de comunicarse de manera constructiva en distintos entornos, mostrar tolerancia, expresar y comprender puntos de vista diferentes, negociar sabiendo inspirar confianza y sentir empatía. Las personas deben ser capaces de gestionar el estrés y la frustración, así como expresarlos de una manera constructiva, y también distinguir las relaciones profesionales de las personales.

(g) Habilidades en TIC: En este apartado se incluyen la capacidad de buscar, obtener y procesar la información y utilizarla de manera crítica y sistemática. Los estudiantes deben ser capaces de utilizar herramientas para producir, presentar y comprender información técnica. Así mismo deben de ser capaces de acceder, buscar y utilizar servicios accesibles por Internet. Por último, debe contemplarse también la capacidad de aprender y adaptarse a las nuevas tecnologías.

COMPETENCIAS	ACTIVIDAD EVALUADA
Planificación/Organización	Elaboración del plan de trabajo y cumplimiento del mismo.
Capacidad de análisis/investigación	Planteamiento del problema. Realización de cuestiones para resolver problema propuesto.
Resolución de Problemas	Apartado de discusión de la memoria.
Competencia Numérica	Diseño y realización del experimento, toma de datos, así como el procesado y análisis posterior de los mismos.
Trabajo en Equipo	Coordinación entre los distintos miembros del equipo para la elaboración y presentación de todo el proyecto.
Habilidades de Comunicación	Realización de la memoria técnica y presentación oral del trabajo.
Habilidades en TIC	Análisis de datos, redacción de la memoria y elaboración de las transparencias necesarias para la exposición oral.

Tabla 2. Competencias y actividades evaluadas correspondientes

Además de las calificaciones formales, también se recogieron opiniones de los alumnos mediante preguntas en la defensa pública de los trabajos. En particular, se les preguntó sobre las principales dificultades encontradas para desarrollar los trabajos, oportunidades de mejora para ocasiones futuras y nivel de satisfacción con la experiencia.

4. Resultados

En esta experiencia piloto participaron inicialmente 171 alumnos, lo que constituye el 96.6 % de los alumnos matriculados en la asignatura de Física I. A lo largo del desarrollo del trabajo se fueron desenganchando algunos grupos, que no siguieron los planes de trabajo trazados y no acabaron los trabajos, como se comenta más adelante.

La participación de los estudiantes fue bastante activa. Además de asistir a las tutorías en grupo, los profesores atendieron del orden de 75 e-mails solicitando aclaraciones y ayudas puntuales. Por el contrario, la participación en el foro fue bastante reducida

Casi todos los grupos de trabajo entregaron un plan de trabajo razonablemente realista y detallado, con las fases necesarias para llevar el trabajo a cabo. La calificación de este apartado fue de 7.95 ± 2.51 (media \pm std, en una escala de 0 a 10).

Sin embargo el nivel de cumplimiento de los cronogramas fue bastante desigual. Aunque la mayoría de alumnos aportaron los entregables en el límite marcado, la mayoría (un 80%) apuró los plazos máximos, incumpliendo sus propios planes de trabajo. Las principales causas fueron la descoordinación entre los miembros de los equipos, la falta de un liderazgo



claro y considerar que el plan de trabajo es un mero documento formal que no es necesario seguir.

La resolución de las cuestiones relacionadas con los diseños experimentales resultó difícil para muchos grupos. La calificación media en este apartado fue de 6.27 puntos ($std=2.53$). Un 18% de alumnos abandonó la realización del trabajo en esta fase. Además un 27% de los que entregaron las cuestiones no alcanzaron el aprobado. La causa principal de estos discretos resultados fue que el tipo de cuestiones planteadas se alejaban de los problemas resueltos en teoría o de los que se plantean en las prácticas de laboratorio. Por otra parte, muchos alumnos no supieron buscar la información necesaria para resolver este tipo de cuestiones.

Todos los grupos aprendieron a manejar las técnicas de medición asociadas a su trabajo (videoanálisis o sensores de aceleración). La mayoría de los trabajos usaron elementos cotidianos para construir los montajes experimentales. Sin embargo, en unos pocos casos se realizaron auténticos proyectos de ingeniería, con la construcción

El experimento fue totalmente acabado y presentado por un 75% de los alumnos (128 alumnos). En términos generales, los experimentos se realizaron de manera correcta. De los alumnos que acabaron el trabajo la mayoría realizó una memoria bien planteada, escrita y presentada. No obstante, sólo una tercera parte de los grupos presentaron trabajos con un buen tratamiento de datos, una discusión bien fundamentada y la estructura propia de un trabajo técnico-científico. Aunque casi todos consiguieron contrastar las hipótesis planteadas, la mayoría se limitó a demostraciones semicuantitativas. Un porcentaje pequeño de trabajos (9%) no supieron desarrollar el estudio experimental o bien obtuvieron resultados completamente incorrectos por errores de ejecución o de interpretación de las mediciones.

La calidad de las presentaciones orales fue bastante desigual. En algunos grupos (aproximadamente la tercera parte de los alumnos) las presentaciones fueron muy elaboradas, incluyendo animaciones, inserción de vídeos y con buenas intervenciones de los componentes de los equipos. Por el contrario, otra tercera parte tuvo problemas para exponer en público. Las razones principales en estos grupos fue, la precipitación en la preparación de los trabajos y la falta de costumbre para presentar un trabajo en público. Más del 60% de los alumnos reconocieron que era la primera vez que tenían que presentar un trabajo en público delante de un tribunal de profesores.

La práctica totalidad de los alumnos ha considerado que la experiencia ha merecido la pena, por ser la primera vez que se enfrentan a la necesidad de resolver un problema real de forma autónoma y usando sus medios y conocimientos. En general, la realización del trabajo les ha resultado más costosa de lo que esperaban. Las principales oportunidades de mejora señaladas han sido las siguientes:

- Organizar mejor el tiempo y respetar el plan de trabajo establecido. Aunque los planes de trabajo presentados al principio eran formalmente correctos, la mayoría no los siguió, lo que condujo a apurar los plazos.
- Dificultades al abordar problemas reales con los modelos teóricos que manejan en clase. Dificultades para interpretar las desviaciones entre el modelo y la realidad y para controlar dichas desviaciones mediante mejoras en el diseño experimental.
- Necesidad de coordinación y liderazgo en los grupos. Muchos grupos no han tenido un líder o han presentado problemas de coordinación.
- Necesidad de mejorar las habilidades de comunicación. Muchos alumnos no tienen costumbre de hablar en público ni de defender el trabajo realizado en un debate con profesores o con compañeros.

5. Discusión y conclusiones

Como se ha comentado en la Introducción, la enseñanza en el primer curso de las Ingenierías en España tiene un carácter demasiado teórico y poco práctico. Siguiendo una tradición que tiene su origen en las antiguas Escuelas de Ingenieros, con frecuencia se desarrollan materias orientadas a dotar a los alumnos de conocimientos muy teóricos, con poco énfasis en la resolución de problemas prácticos.

Incluso en asignaturas de carácter experimental, como es la Física, la carga de laboratorio es muy reducida (menos del 20% de los créditos) y las prácticas de laboratorio se suelen diseñar básicamente como apoyo al aprendizaje de modelos teóricos. En efecto, en muchos casos las prácticas son experiencias diseñadas por los profesores para ilustrar un fenómeno que aparece en estado puro, casi sin margen para el error. Los alumnos se limitan a seguir un guión preestablecido sin posibilidad de plantear alternativas, proponer innovaciones ni casi para cometer errores.

Sin entrar a discutir si este enfoque es o no el adecuado para proporcionar una formación teórica básica para avanzar más rápidamente en cursos posteriores, la realidad es que no contribuye a mejorar las competencias transversales de los alumnos. Los cambios introducidos en el proceso de convergencia europea quizás han mitigado algo este enfoque cartesiano de la formación de los ingenieros, pero no ha supuesto la modificación de la enseñanza que todos esperábamos cuando se planteó.

De ahí el interés de plantear a los alumnos pequeños proyectos que favorezcan el desarrollo de competencias transversales desde su entrada en la Universidad. En esta línea la experiencia piloto desarrollada en la ETSI Telecomunicación nos ha servido para identificar algunos déficits formativos que nos ayudarán a mejorar el planteamiento de las asignaturas de Física

Los proyectos planteados a los alumnos son en todos los casos de una complejidad teórica muy baja y en ellos se manejan modelos y conceptos que, en principio, suponíamos conocidos por los alumnos. Sin embargo muchos estudiantes sólo han resuelto problemas en el papel, donde se plantean situaciones ideales para aplicar modelos simples. También han aplicado esos conocimientos a las prácticas de laboratorio, donde las condiciones están tan controladas que los modelos se cumplen sin demasiados problemas. Sin embargo, cuando se han tenido que enfrentar a un problema real, no siempre están en condiciones de identificar las características básicas del problema y aplicar el modelo idóneo que representa su comportamiento. Del mismo modo, no siempre saben explicar o afrontar las desviaciones entre los resultados proporcionados por los modelos y los medidos en la realidad.

Por otra parte, pensamos que la enseñanza actual está muy tutelada por el profesor. Al dedicar demasiado tiempo a explicar conceptos teóricos, quizás se descuide la importancia de desarrollar el espíritu crítico, la creatividad. El trabajo de los alumnos se vuelve demasiado dependiente no se desarrolla la capacidad para trabajar y aprender con un amplio margen de autonomía.

Este exceso de control tiene consecuencias indeseables sobre la formación de nuestros alumnos. Cuando se les pide que ellos mismos organicen el desarrollo de un trabajo en equipo, tienen problemas muy importantes para planificar su tiempo, prever posibles problemas y cumplir los plazos que ellos mismo se han fijado.

Otro aspecto importante es la comunicación de resultados. Como hemos podido comprobar un porcentaje alto de alumnos nunca ha tenido ocasión de defender un trabajo propio de forma oral en público. Muchos tienen problemas para desarrollar una presentación oral. Esto contrasta con lo que se hace en otros entornos educativos desde niveles de enseñanza previos a la Universidad. Por tanto consideramos que este es uno de los aspectos a mejorar. Los propios alumnos reconocen que es un déficit que han descubierto gracias a esta experiencia y un aspecto de su formación que tienen que mejorar.

En cuanto al enfoque de los trabajos y el tipo de elementos usados, hay que destacar la excelente aceptación que ha tenido el uso de smartphones para realizar los experimentos caseros. Muchos alumnos no conocían las posibilidades de los sensores de un smartphone y han entendido perfectamente las ventajas que les ofrecen para desarrollar sus propias experiencias.

No hemos encontrado ningún problema en que los alumnos aprendan de forma completamente autónoma el manejo del software asociado para el análisis de vídeos o de los registros de aceleración, así como para el tratamiento de datos o elaboración de graficas o presentaciones. Cuando una herramienta es necesaria para resolver un problema real, se aprende mucho más rápido que cuando se plantea en un contexto meramente teórico. Así,

muchos alumnos han aprendido en profundidad el uso de programas de videoanálisis, conversión de ficheros de video, edición de vídeos, etc.

En definitiva, se trata de una experiencia muy positiva para los alumnos y para los profesores de la asignatura. Los resultados de esta primera experiencia nos permitirán mejorar en años posteriores y quizás modificar el planteamiento de nuestras asignaturas en la medida en la que el rígido sistema educativo español y las importantes restricciones económicas que sufrimos lo permitan.

Referencias

BODMER, C., LEU, A., MIRA, L., and RUTTER, H. (2002). SPINE: Successful Practices in International Engineering Education: Engineers Shaped our Future IngCH.

BONS, W. and McLAY, A. (2003). "Re-engineering. Engineering Curricula for Tomorrow's Engineering". *14th Annual Australian Association for Engineering Education Conference*.

CONNELLY, J.D. and MIDDLETON, J.C.R. (1996). "Personal and Professional Skills for Engineering: One Industry's Perspective". *Eng. Sc. Educ. J.* 5(3), pp. 139-144.

NAIR, C.S., PATIL, A. AND MERTOVA, P. (2009). "Re-engineering graduate skills- a case of study". *Eur. J. Eng. Educ.* 34(2), pp. 131-139.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION, (2006). "The Key competences for lifelong learning- A European framework".

(http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_394/l_39420061230en00100018.pdf).

[Consulta: 10 Noviembre 2013]

SCOTT, G. and YATES, K.W. (2002). "Using successful graduates to improve the quality of undergraduate engineering programmes". *Eur. J. Eng. Educ.* 27(4), pp.363-378.

YOUNG, J. and CHAPMAN, E. (2010). "Generic Competency Frameworks: A Brief Historical Overview". *ERP.* 37(1), pp. 1-24.

